

08.11.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 1 月 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 3 7 5 0 2 7
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 3 7 5 0 2 7]

出 願 人 信越半導体株式会社
Applicant(s):

REC'D 04 JAN 2005

WIPO

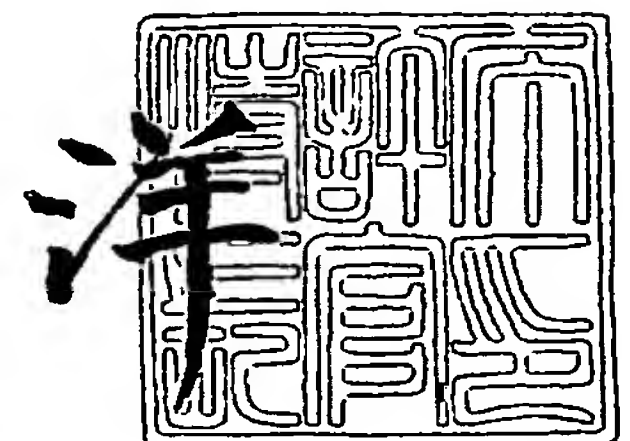
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 2 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 AX0310752S
【提出日】 平成15年11月 4日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 33/00
【発明者】
【住所又は居所】 群馬県安中市磯部二丁目 1 3 番 1 号 信越半導体株式会社 磯部工場内
【氏名】 山田 雅人
【発明者】
【住所又は居所】 群馬県安中市磯部二丁目 1 3 番 1 号 信越半導体株式会社 磯部工場内
【氏名】 高橋 雅宣
【特許出願人】
【識別番号】 000190149
【氏名又は名称】 信越半導体株式会社
【代理人】
【識別番号】 100095751
【弁理士】
【氏名又は名称】 菅原 正倫
【電話番号】 052-212-1301
【ファクシミリ番号】 052-212-1302
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 003388
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9901665

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

発光層部を有するとともに自身の第一主表面側に主光取出面が形成された主化合物半導体層と、該主化合物半導体層の第二主表面側に位置する光吸収性のベース半導体層とを備えた素子チップの、前記ベース半導体層の第二主表面が導電性接着層を介して金属ステージに接着され、前記素子チップを前記導電性接着層とともに前記金属ステージ上にて、前記発光層部からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料からなるモールド部にて覆った構造を有し、さらに、

前記主光取出面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留部分が、前記光取出側電極の直下部分の少なくとも一部を含むように、前記ベース半導体層に切り欠き部が形成され、

前記切り欠き部が形成された前記ベース半導体層の第二主表面を金属ステージ上に前記導電性接着層を介して接着し、その状態で前記素子チップを前記金属ステージ上にて、前記切り欠き部が高分子モールド材料により充填されるように前記モールド部が形成され、さらに、前記ベース半導体層は、その厚さ方向における少なくとも途中位置から前記金属ステージに接着される第二主表面側に向けて、該厚さ方向と直交する断面積が増加する断面増加部が形成されてなることを特徴とする発光素子。

【請求項 2】

前記モールド部の少なくとも一部がエポキシ樹脂にて構成されていることを特徴とする請求項 1 記載の発光素子。

【請求項 3】

前記エポキシ樹脂により前記切り欠き部が充填されてなることを特徴とする請求項 2 記載の発光素子。

【請求項 4】

前記切り欠き部において前記ベース半導体層の側面が凹状湾曲断面形態に形成されてなり、前記厚さ方向において該ベース半導体層の前記側面の湾曲底位置よりも前記第二主表面側に位置する部分が前記断面増加部を形成してなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の発光素子。

【請求項 5】

前記ベース半導体層の側面には、前記厚さ方向における第二主表面側末端位置に、外向きに突出する鰭状の突出部分が前記断面増加部の少なくとも一部をなす形で形成されていることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか 1 項に記載の発光素子。

【請求項 6】

前記主化合物半導体層が光吸収性化合物半導体基板の第一主表面上にエピタキシャル成長され、前記主化合物半導体層の第一主表面の一部領域を主光取出面とし、前記発光層部に発光駆動電圧を印加するための前記光取出側電極が、前記主化合物半導体層の第一主表面の一部を覆う形で形成され、

前記主光取出面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留基板部に前記光取出側電極の直下部分の少なくとも一部が含まれるように前記光吸収性化合物半導体基板に切り欠き部が形成され、当該残留基板部が前記ベース半導体層を形成してなることを特徴とする請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の発光素子。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光素子

【技術分野】

【0001】

この発明は発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

【特許文献1】 特開平11-191641号公報

【特許文献2】 特開平6-296040号公報

【0003】

半導体発光素子は、AlGaInPやInAlGa_Nなどを基本材料とする高輝度タイプのものが開発されてきたが、材料及び素子構造の長年にわたる進歩の結果、素子内部における光電変換効率が理論上の限界に次第に近づきつつある。従って、一層高輝度の素子を得ようとした場合、素子からの光取出し効率が極めて重要となる。光取出し効率を高めるために、一般的に採用されている方法として、素子チップの周囲を屈折率の高い樹脂によりモールドする手法を例示できる。具体的には、特許文献1のように、エポキシ樹脂で素子チップを覆った発光素子が広く知られている。この場合、素子チップの底面を発光駆動端として用いるために、該底面をAgペースト等の導電性接着層を介して金属ステージに接着し、該金属ステージに設けた駆動端子から素子チップに発光駆動電圧を印加する構造が採用されることも多い。該構造では、金属ステージ上に接着された素子チップを導電性接着層とともにモールドすることになる。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、素子チップを樹脂でモールドした場合、多くの樹脂は発光駆動時の温度上昇や、使用環境温度の昼夜の寒暖差、あるいは真夏の直射日光照射などの影響により膨張を起す。この膨張時の応力が素子チップに付加されると、金属ステージ上に接着した素子チップが剥がれ、金属ステージとの導通不良を生ずることがある。特に、特許文献2の図8のように、素子チップの底面側に、発光層部成長用に用いたGaAs基板の一部を残し、このGaAs基板の底面にて接着を行なう場合、GaAs基板を除去した領域では、発光層部と金属ステージとの間に隙間を生じる。この隙間に充填された樹脂が上記のような膨張を起すと、素子チップは、樹脂膨張変位によりジャッキアップされるような形で浮き上がり、接着層から剥がれて点灯不能となってしまふなどの不具合を生ずることがある。

【0005】

本発明の課題は、モールド樹脂が膨張しても金属ステージ上に接着した素子チップの剥がれを生じにくい構造を有した発光素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

【0006】

上記の課題を解決するために、本発明の発光素子は、発光層部を有するとともに自身の第一主表面側に主光取出面が形成された主化合物半導体層と、該主化合物半導体層の第二主表面側に位置する光吸収性のベース半導体層とを備えた素子チップの、ベース半導体層の第二主表面が導電性接着層を介して金属ステージに接着され、素子チップを導電性接着層とともに金属ステージ上にて、発光層部からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料からなるモールド部にて覆った構造を有し、さらに、

主光取出面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留部分が、光取出側電極の直下部分の少なくとも一部を含むように、ベース半導体層に切り欠き部が形成され、

切り欠き部が形成されたベース半導体層の第二主表面を金属ステージ上に導電性接着層を介して接着し、その状態で素子チップを金属ステージ上にて、切り欠き部が高分子モールド材料により充填されるようにモールド部が形成され、さらに、ベース半導体層は、その厚

さ方向における少なくとも途中位置から金属ステージに接着される第二主表面側に向けて、該厚さ方向と直交する断面積が増加する断面増加部が形成されてなることを特徴とする。

【0007】

なお、素子の「光取出面」とは、発光光束が外部に取出可能となっている素子表面のことであり、「主光取出面」とは、主化合物半導体層の第一主表面に形成される光取出面のことをいう。また、上記主光取出面以外にも、主化合物半導体層の側面や化合物半導体層の第二主表面に形成される切欠き部の底面などが光取出面を構成可能である。また、「主化合物半導体層」は、発光層部を含む化合物半導体の積層体を、切欠き部底面を含む平面にて厚さ方向に二分したとき、発光層部を含んでいる部分のことをいう。

【0008】

本発明の発光素子においては、光吸収性のベース半導体層の第二主表面を導電性接着層を介して金属ステージに接着し、素子チップを導電性接着層とともに金属ステージ上にてモールド部により覆う。ベース半導体層が、主化合物半導体層の第二主表面のうち主光取出面の直下領域となる部分で切り欠かれることにより、該部分へ向かう発光光束をより効率的に切欠き部より取り出すことが可能となり、光取出し効率を大幅に高めることができる。また、切欠き部は高分子モールド材料により充填されるが、ベース半導体層の第二主表面側には上記の断面増加部を設けることにより、切欠き部内部を充填する高分子モールド材料が膨張したときの膨張応力が、断面増加部においてベース半導体層を導電性接着層に押し付ける向きに作用するので、素子チップが導電性接着層から浮き上がって剥がれる等の不具合を効果的に抑制することができる。断面増加部は、厚さ方向と直交する断面積が連続的に増加するものであっても、段階的に増加するものであってもいずれでもよい。

【0009】

上記のモールド部は、少なくとも一部をエポキシ樹脂にて構成することができる。エポキシ樹脂は屈折率が比較的大きいので、光取出効率の向上効果が特に著しいが、熱膨張率も高いため、上記のような素子チップ剥がれなどの不具合が生じやすい。しかし、本発明により、熱膨張率の高いエポキシ樹脂をモールド材料として採用した場合においても、素子チップ剥がれなどの不具合を効果的に抑制しつつ、光取出改善効果を問題なく享受できるようになる。エポキシ樹脂により切欠き部が充填されてされた構成を採用する場合は、特に効果が著しい。なお、モールド部は全体がエポキシ樹脂で構成されていてもよいし、一部のみがエポキシ樹脂で構成されていてもよい。

【0010】

本発明の発光素子においては、切欠き部においてベース半導体層の側面が凹状湾曲断面形態に形成されてなり、厚さ方向において該ベース半導体層の側面の湾曲底位置よりも第二主表面側に位置する部分が断面増加部を形成した構成とすることができる。ベース半導体層の側面を上記のごとき凹状湾曲断面形態とすることで、切欠き部内に充填されたモールド材料の膨張応力を湾曲面に沿って種々の方向に分散でき、素子チップの剥がれ等を一層起こりにくくすることができる。また、形態的には、ウェーハを素子チップに分離する際のダイシング溝を利用して、ベース半導体層の側面部を化学エッチングすることにより、比較的容易に得ることができる利点もある。

【0011】

また、ベース半導体層の側面には、厚さ方向における第二主表面側末端位置に、外向きに突出する錨状の突出部分が断面増加部の少なくとも一部をなす形で形成することもできる。このような錨状の突出部分を形成することにより、断面増加部を面積的に寸法拡大することができる。また、モールド材料からの膨張応力を受けたときに、ベース半導体層が導電性接着層に押し付けられる効果がより高められ、素子チップの剥がれ等を一層起こりにくくすることができる。さらに、錨状の突出部分形成により金属ステージへの接着面積も増加し、接着強度を高めることができる。

【0012】

次に、本発明の発光素子は以下のように構成することができる。すなわち、主化合物半

導体層が光吸収性化合物半導体基板の第一主表面上にエピタキシャル成長され、主化合物半導体層の第一主表面の一部領域を主光取出面とし、発光層部に発光駆動電圧を印加するための光取出側電極が、主化合物半導体層の第一主表面の一部を覆う形で形成される。そして、主光取出面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留基板部に光取出側電極の直下部分の少なくとも一部が含まれるように光吸収性化合物半導体基板に切り欠き部が形成され、当該残留基板部がベース半導体層を形成してなる。発光層部が例えば AlGaInP にて構成される場合、そのエピタキシャル成長に使用する光吸収性化合物半導体基板（ひいては残留基板部）としては、 GaAs 基板を使用することができる。

【0013】

該構成においては、発光層部（を含む主化合物半導体層）のエピタキシャル成長に用いる光吸収性化合物半導体基板を、該発光層部の成長後に全て除去するのではなく、主光取出面の直下部分の少なくとも一部が切り欠き対象部となり、かつ、該切り欠きの結果として生ずる残留基板部に光取出側電極の直下部分の少なくとも一部が含まれるように切り欠くようにした。光吸収部として作用する成長用の化合物半導体基板が、主化合物半導体層の第二主表面のうち主光取出面の直下領域となる部分で切り欠かれることにより、該部分へ向かう発光光束も外部へ取り出すことが可能となり、光取出し効率を大幅に高めることができる。他方、光取出側電極の直下領域には基板の一部が残留基板部として残される。残留基板部は光吸収の作用を有するが、光取出側電極の直下領域にて仮に反射光を生じても光取出側電極に結局は遮られるので、この部分に基板の一部が残されることによる実害は少ない。そして、光吸収性化合物半導体基板の一部を該領域に残留基板部として残すことで、該残留基板部による光吸収の影響をそれほど顕著化することなく、発光層部への剛性付与の機能を担わせることができる。

【0014】

上記切り欠き部は、光取出側電極の直下部分を取り囲む形で、その周縁部に沿って形成しておけば、該切り欠き部を利用して取り出される発光光束をより増加させることができる。また、残留基板部と発光層部との間に、化合物半導体よりなる補助電流拡散層を設けておくと、切り欠き部底面から取り出される発光光束をより増加させることができる。切り欠き部を形成する際には、厚さが十分（例えば 20 nm 以下）に小さければ、光吸収性化合物半導体基板の一部が切り欠き部の底に残留していても差し支えない。しかし、反射率を可及的に高める観点においては、基板に由来した光吸収性の化合物半導体になるべく切り欠き部の底に残留していないこと、つまり、切り欠き部が光吸収性化合物半導体基板を厚さ方向に貫通して形成され、（基板よりも光吸収性の小さい）主化合物半導体層の第二主表面を切り欠き部に露出させることが望ましい。

【0015】

素子に形成された前述の切り欠き部は、導電性接着層によるベース半導体層の接着時ににおいて、主化合物半導体層の側面側に這い上がろうとする金属ペーストの吸収空間として利用できる。これにより、這い上がった金属ペーストにより主化合物半導体層に含まれる発光層部の $p-n$ 接合が短絡するなどの不具合を効果的に防止することができる。この場合、残留基板部の厚さを $40\text{ }\mu\text{m}$ 以上に確保しておくと、上記効果を一層顕著なものとすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施形態を添付の図面を用いて説明する。図1の発光素子100は、発光層部24を有した主化合物半導体層40が光吸収性化合物半導体基板10（図3参照）の第一主表面上にエピタキシャル成長された素子チップ100Cを有する。図2は、素子チップ100Cの拡大図であり、主化合物半導体層40の第一主表面側に主光取出面EAが形成されるとともに、発光層部24に発光駆動電圧を印加するための光取出側電極9が、主化合物半導体層40の第一主表面の一部（具体的には、主光取出面EAの残余領域）を覆うように形成されている。光吸収性化合物半導体基板10は、光取出側電極9の直下

部分を除いて周縁部が切り欠かれることにより切欠き部 1 j が形成され、該切欠き部 1 j の周縁に残された基板部分が残留基板部（ベース半導体層） 1 とされている。図 1 において、透明厚膜半導体層 20、接続層 7、発光層部 24 及び補助電流拡散層 91 は主化合物半導体層 40 に属し、バッファ層 2 及び残留基板部 1 は主化合物半導体層 40 に属さない。

【0017】

発光層部 24 は、ノンドープ $(Al_x Ga_{1-x})_y In_{1-y} P$ （ただし、 $0 \leq x \leq 0.55$, $0.45 \leq y \leq 0.55$ ）混晶からなる活性層 5 を、第一導電型クラッド層、本実施形態では p 型 $(Al_z Ga_{1-z})_y In_{1-y} P$ （ただし $x < z \leq 1$ ）からなる p 型クラッド層 6 と、前記第一導電型クラッド層とは異なる第二導電型クラッド層、本実施形態では n 型 $(Al_z Ga_{1-z})_y In_{1-y} P$ （ただし $x < z \leq 1$ ）からなる n 型クラッド層 4 とにより挟んだ構造を有し、活性層 5 の組成に応じて、発光波長を、緑色から赤色領域（発光波長（ピーク発光波長）が 550 nm 以上 670 nm 以下）にて調整できる。発光素子 100 においては、光取出側電極 9 に p 型 $AlGaInP$ クラッド層 6 が配置されており、残留基板部 1 側に n 型 $AlGaInP$ クラッド層 4 が配置されている。従って、通電極性は光取出側電極 9 が正である。なお、ここでいう「ノンドープ」とは、「ドーパントの積極添加を行わない」との意味であり、通常の製造工程上、不可避免的に混入するドーパント成分の含有（例えば $10^{13} \sim 10^{16} / cm^3$ 程度を上限とする）をも排除するものではない。また、残留基板部 1 は $GaAs$ 単結晶からなる。

【0018】

主化合物半導体層 40 においては、発光層部 24 の第一主表面上に、 GaP （あるいは $GaAsP$ や $AlGaAs$ でもよい）よりなる透明厚膜半導体層 20 が形成され、該透明厚膜半導体層 20 の第一主表面の略中央に前述の光取出側電極 9（例えば Au 電極）が形成されている。透明厚膜半導体層 20 の第一主表面における、光取出側電極 9 の周囲の領域が主光取出面 EA をなす。透明厚膜半導体層 20 は、光取出側電極 9 との間にオーミック接触が形成できる程度に有効キャリア濃度（従って、p 型ドーパント濃度）が高められている（例えば p 型クラッド層 6 と同等以上であって $2 \times 10^{18} / cm^3$ 以下）。なお、本実施形態では、光取出側電極 9 との接触抵抗をより軽減し、また面内の電流拡散効果を高めるために、透明厚膜半導体層 20 の光取出側電極 9 側の表層部が、残余の部分よりもドーパント濃度が高められた高濃度ドーピング層 20h とされている。透明厚膜半導体層 20 は、例えば $10 \mu m$ 以上 $200 \mu m$ 以下（好ましくは $40 \mu m$ 以上 $200 \mu m$ 以下）の厚膜に形成されることで、層側面 20s からの取出光束も増加させ、発光素子全体の輝度（積分球輝度）を高める役割も担う。また、透明厚膜半導体層 20 を、発光層部 24 からの発光光束のピーク波長に相当する光量子エネルギーよりも大きなバンドギャップエネルギーを有する III-V 族化合物半導体にて構成することで、発光光束に対する吸収も抑制されている。なお、光取出側電極 9 と透明厚膜半導体層 20 との間には、両者の接触抵抗を減ずるための接合合金化層 9a が、例えば $AuBe$ 合金等を用いて形成されている。

【0019】

他方、残留基板部（ベース半導体層） 1 側においては、切欠き部 1 j が該残留基板部 1 を厚さ方向に貫通して形成され、主化合物半導体層 40 の第二主表面、ここでは補助電流拡散層 91 の第二主表面が切欠き部 1 j に露出している。光吸収性化合物半導体基板ひいては残留基板部 1 は、本実施形態では、n 型を有するものとされている。

【0020】

本実施形態においては、発光層部 24 からの発光光束が、該切欠き部 1 j から取り出し可能とされている。具体的には、残留基板部 1 の第二主表面が、反射部材を兼ねた金属ステージ 52 上に接着され、切欠き部 1 j から取り出された発光光束を該金属ステージ 52 の反射面 RP にて反射させるようにしている。残留基板部 1 の第二主表面には、その全面に裏面電極部をなす接合合金化層 16 が形成されている。接合合金化層 16 は、 Au 又は Ag を主成分として（50 質量%以上）、これに、コンタクト先となる半導体の種別及

び導電型に応じ、オーミックコンタクトを取るための合金成分を適量配合したコンタクト用金属を半導体表面上に膜形成した後、合金化熱処理（いわゆるシンター処理）を施すことにより形成されたものである。接合合金化層 16 は、本実施形態では AuGeNi 合金（例えば Ge: 15 質量%、Ni: 10 質量%、残部 Au）を用いて形成されている。

【0021】

図 1 に示すように、この接合合金化層 16 において残留基板部 1 は、金属ペースト層（導電性接着層）117 を介して金属ステージ 52 の反射面 RP 上に接着されている。これにより、発光層部 24 は残留基板部 1 を導通路とする形で、金属ペースト層 117 を介して金属ステージ 52 に電氣的に接続される。金属ペースト層 117 は、Ag 等の金属粉末を結合用の樹脂及び溶剤からなるビヒクル中に分散させた金属ペーストを塗付後、乾燥させることにより形成されるものである。一方、光取出側電極 9 は導体金具 51 に Auワイヤ等で構成されたボンディングワイヤ 9w を介して電氣的に接続される。導体金具 51 は金属ステージ 52 を貫通して裏面側に延び、第一通電端子 51a を形成している。他方、金属ステージ 52 の裏面側には第二通電端子 52a が突出形成されている。導体金具 51 と金属ステージ 52 との間には樹脂製の絶縁リング 51i が配置されている。発光層部 24 には、第一通電端子 51a 及び第二通電端子 52a を介して発光駆動電圧が印加される。

【0022】

金属ステージ 52 上において素子チップ 100C は、金属ペースト層 117 とともに、発光層部 24 からの発光光束に対して透光性を有する高分子モールド材料、ここではエポキシ樹脂からなるモールド部 25 にて覆われている。モールド部 25 は、素子チップ 100C の切欠き部 1j が高分子モールド材料により充填される形で形成されている。本実施形態では、モールド部 25 の全体がエポキシ樹脂にて構成され、その結果、切欠き部 1j にもエポキシ樹脂が充填されてなる。また、残留基板部（ベース半導体層）1 は、その厚さ方向における途中位置から、金属ステージ 52 に接着される第二主表面側に向けて、該厚さ方向と直交する断面積が連続的に増加する断面増加部 1g が形成されている。具体的には、切欠き部 1j において残留基板部 1 の側面が凹状湾曲断面形態に形成されてなり、厚さ方向において該残留基板部 1 の側面の湾曲底位置よりも第二主表面側に位置する部分が断面増加部 1g を形成してなる。

【0023】

次に、残留基板部 1 と発光層部 24 との間には、AlGaInP、AlGaAs、AlInP、InGaP 等の化合物半導体よりなる補助電流拡散層 91 が形成されている。補助電流拡散層 91 の厚さは例えば $0.5\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下（望ましくは $1\mu\text{m}$ 以上 $15\mu\text{m}$ 以下）であり、発光層部 24 の、これに近い側のクラッド層（本実施形態では n 型クラッド層 4）よりも有効キャリア濃度（従って、n 型ドーパント濃度）が高くされ、面内の電流拡散効果が高められている。なお、n 型クラッド層 4（第一導電型クラッド層）の厚さを p 型クラッド層 6（第二導電型クラッド層）よりも厚くし、該 n 型クラッド層 4 の第二主表面側の表層部に補助電流拡散層としての機能を担わせることも可能である。

【0024】

上記の構成によると、切欠き部 1j の底面から取り出された発光光束を金属ステージ 52 の反射面 RP にて反射させることで、その反射光束 RB により発光層部 24 の第一主表面側への発光光束を大幅に増加させることができる。残留基板部 1 と発光層部 24 との間に設けられた補助電流拡散層 91 は、切欠き部 1j の底面部への電流拡散効果を高め、発光層部 24 の該切欠き部 1j に対応した領域への分配電流を増加させる。これにより、切欠き部 1j の底面から取り出される発光光束をより増加することができる。

【0025】

また、切欠き部 1j を形成した素子チップ 100C は、該切欠き部 1j に充填されたエポキシ樹脂が、素子チップ 100C の通電発熱等により膨張すると、切欠き部 1j の底面（図では、補助電流拡散層 91 の露出した外周面）と金属ステージ 52 の上面との間で突っ張り力的な膨張応力を生じる。この場合、図 9 に示すように、残留基板部（ベース半導

体層) 1 の外周面が単純な切り立ち面状になっていると、残留基板部 1 の厚さ方向の移動に対し、規制的に作用する部位が存在しないため、上記の突っ張り力により素子チップ 100C がジャッキアップされるような形で浮き上がり、接着層をなす金属ペースト層 117 から剥がれてしまう不具合を生ずる。

【0026】

しかし、図 1 の発光素子 100 によると、残留基板部 1 (ベース半導体層) の第二主表面側に断面増加部 1g を設けたので、切欠き部 1j に充填されたエポキシ樹脂 (高分子モールド材料) が膨張したとき、その膨張応力は、断面増加部 1g において残留基板部 1 については素子チップ 100C を金属ペースト層 117 (導電性接着層) に押し付ける向きに作用する。その結果、素子チップ 100C が金属ペースト層 117 から浮き上がって剥がれる等の不具合を効果的に抑制することができる。また、残留基板部 1 の側面は凹状湾曲断面形態となっており、切欠き部 1j 内に充填されたモールド材料の膨張応力を湾曲面に沿って種々の方向に分散でき、素子チップ 100C の剥がれ等を一層起こりにくくすることができる。

【0027】

以下、図 1 の発光素子 100 の製造方法について説明する。

まず、図 3 の工程 1 に示すように、n 型 GaAs 単結晶からなる成長用基板 10 を用意する。そして、工程 2 に示すように、その成長用基板 10 の第一主表面上に GaAs バッファ層 2 を成長し、さらに、補助電流拡散層 91 を成長する。続いて、発光層部 24 として、n 型 AlGaInP クラッド層 4、AlGaInP 活性層 (ノンドープ) 5、及び p 型 AlGaInP クラッド層 6 を、この順序にて周知の MOVPE (Metal-Organic Vapor Phase Epitaxy) 法によりエピタキシャル成長させる。次に工程 3 に進み、透明厚膜半導体層 20 (厚さ: 10 μ m 以上 200 μ m 以下 (例えば 100 μ m)) を、例えばハイドライド気相成長法 (Hydride Vapor Phase Epitaxial Growth Method: HVPE) あるいは MOVPE 法を用いてエピタキシャル成長する。特に、GaP、GaAsP 又は AlGaAs からなる透明厚膜半導体層 20 は、HVPE 法により良質のものを高速成長しやすく、水素や炭素の残留も少ない利点がある。なお、透明厚膜半導体層 20 は、GaP、GaAsP 又は AlGaAs からなる基板を発光層部 24 に貼り合わせるにより形成してもよい。この場合は、発光層部 24 に続く形で AlInP、GaInP または AlGaAs からなる結合層 7 を形成しておき、この結合層 7 に GaP、GaAsP 又は AlGaAs からなる基板を貼り合わせるようにすれば、該貼り合わせをより確実に行なうことができる。HVPE 法を用いる場合は、結合層 7 は特に不要である。

【0028】

そして、工程 4 に進み、成長用基板 10 の厚さを減ずる処理を行なう。本実施形態では該処理を、成長用基板 10 の第二主表面側部分 1'' を研削により除去し、残った基板部分を基板本体部 1' としている。これにより、主化合物半導体層 40 の第二主表面に基板本体部 1' が一体化された素子ウェーハ W が得られる。

【0029】

次に、図 4 の工程 5 に進み、素子ウェーハ W の基板本体部 1' の第二主表面に、接合合金化層を形成するための金属材料層を蒸着等により形成し、350℃以上 500℃以下の温度域で合金化熱処理を行なうことにより、接合合金化層 16 とする。また、透明厚膜半導体層 20 の第一主表面に接合合金化層 9a を同様に形成する (接合合金化層 16 と合金化熱処理を兼用することができる)。接合合金化層 9a は図 1 に示すごとく、Au 等を蒸着することにより光取出側電極 9 にて覆われる。その後、基板本体部 1' の第二主表面に、EVA 樹脂等の柔軟弾性材料からなるブレード用補助支持シート 50 を貼り付け、工程 6 に示すように、素子ウェーハ W を個々の発光素子チップに分離するためのダイシング溝 DG を、ウェーハの第一主表面側から周知のダイサーを用いて形成する。このとき、ダイシング溝 DG は、補助支持シート 50 が分断されない程度であれば補助支持シート 50 側に多少食い込んで形成されてもよい。

【0030】

そして、工程 7 に示すように、ダイシング終了後の素子ウェーハ W を、GaAs に対して選択エッチング性を有するエッチング液（例えばアンモニア／過酸化水素混合液）ET に浸漬する。エッチング液 ET はダイシング溝 DG 内に浸透し、溝底側に露出する GaAs 基板本体部 1' と GaAs バッファ層 2 とを側面から侵食する。基板本体部 1' と バッファ層 2 の侵食は、エッチング液に対する腐食速度が小さい主化合物半導体層 40（GaAs バッファ層 2 と接する層は、ここでは AlGaInP 等からなる補助電流拡散層 91 である）との界面側では進みにくく、該界面から離れるに従って侵食は進みやすくなる。しかし、エッチング液 ET が、狭いダイシング溝 DG を経て基板本体部 1' の側面に供給されるため、溝底側ほどエッチング液の交換が進みにくくなる影響で、途中から溝底に向けて再びエッチング速度は鈍る。また、溝底位置には腐食されにくい接合合金化層 16 が形成されていることも、溝底側でエッチング速度が小さくなる要因である。こうして、基板本体部 1' と バッファ層 2 の側面は凹状湾曲断面形態に侵食されてゆく。この侵食が面内に一定距離進むまでエッチングを継続し、その後エッチング液から引き上げて洗浄すれば、側面が凹状湾曲断面形態となった切欠き部 1j が得られる。なお、エッチング速度はダイシング溝 DG の幅により調整できるが、この場合、ダイサーで形成直後の溝幅を、補助支持シート 50 を面内方向に引張り変形させることにより拡張することもでき、ダイシング代によるウェーハの損失を低減することができる。

【0031】

なお、図 5 に示すように、素子ウェーハ W の第二主表面側から、接合合金化層 16（電極部）及び基板本体部 1' を貫くハーフダイシング溝 HDG を形成し、その状態でエッチングを行なうことにより、側面が凹状湾曲断面形態となった切欠き部 1j を形成することもできる。この場合、切欠き部 1j の形成後に、ハーフダイシング溝 HDG を延長する形で残余の主化合物半導体層 40 にフルダイシング溝 FDG を形成し、素子チップに分離する。

【0032】

図 1 に示すごとく、分離後の発光素子チップ 100C は、残留基板部 1 の第二主表面側を金属ペースト層 117 により金属ステージ 52 に接着し、さらに光取出側電極 9 をボンディングワイヤ 9w により導体金具 51 と接続し、さらにエポキシ樹脂からなるモールド部 25 を形成すれば、発光素子 100 が完成する。

【0033】

次に、図 6 に示すように、残留基板部 1（ベース半導体層）の側面には、厚さ方向における第二主表面側末端位置に、外向きに突出する鐳状の突出部分 1f を、断面増加部 1g の一部をなす形で形成することもできる。このような突出部分 1f を形成することにより、断面増加部 1g を、接着側となる第二主表面側末端で面積的に寸法拡大することができ、素子チップ 100C の剥がれ等を一層起こりにくくすることができる。本実施形態では、残留基板部 1 の突出部分 1f を除いた本体部分の側面が凹状湾曲断面形態とされ、その本体部分 1n の末端部も突出部分 1f とともに断面増加部 1g を構成している。また、本体部分 1n と突出部分 1f との境界位置で、残留基板部 1 の断面積は段階的に増加している。

【0034】

図 6 のような構造を得るには、図 7 のような工程を採用すればよい。まず、工程 5 は図 4 と全く同じであるが、工程 6 のダイシング溝 DG の形成時において、溝底位置には基板本体部 1' を一部残留させ、その状態で工程 7 のエッチングを同様に行なう。このエッチング時に、溝底位置に基板残留層 1m が一定厚さ残るようにエッチングを終了させ、基板残留層 1m にてブレーキングすることにより素子チップ 100C へ分離する。これにより、基板残留層 1m が突出部分 1f を形成することとなる。

【0035】

なお、図 3 の工程 1～工程 4 を、図 8 の工程 1～工程 4 に置き換えてもよい。図 8 では、工程 1 に示すように、n 型 GaAs 単結晶からなる主基板部 10m の第一主表面に GaAs からなるバッファ層 2 をエピタキシャル成長し、次に分離用化合物半導体層としての

エッチストップ層 10k (例えば AlInP よりなる) をエピタキシャル成長し、さらに該エッチストップ層 10k 上に、n 型 GaAs 単結晶からなる副基板部 10e をエピタキシャル成長して、発光層部 24 を成長するための複合成長用基板 10 を得る。副基板部 10e は MOVPE 法又は HVPE 法により成長する。そして、工程 2 及び工程 3 に示すように、その複合成長用基板 10 の副基板部 10e の第一主表面に、バッファ層を形成することなく、発光層部 24 及び透明厚膜半導体層 20 を図 3 と同様にエピタキシャル成長する。

【0036】

そして、工程 4 に進み、複合成長用基板 10 の厚さを減ずる処理を行なう。具体的には、GaAs に対して選択エッチング性を有する第一エッチング液 (例えばアンモニア/過酸化水素混合液) を用いて主基板部 10m 及び GaAs バッファ層 2 をエッチング除去することにより行なう。その後、AlInP に対して選択エッチング性を有する第二エッチング液 (例えば塩酸: Al 酸化層除去用にフッ酸を添加してもよい) を用いてエッチストップ層 10k をエッチング除去する。なお、分離用化合物半導体層として、エッチストップ層 10k に代えて AlAs 等からなる剥離層 10k を形成し、例えば 10% フッ酸水溶液からなるエッチング液に浸漬して該剥離層 10k を選択エッチングすることにより、主基板部 10m を剥離する工程を採用してもよい。こうして、残った副基板部 10e を、図 3 の基板本体部 1' に相当するものとして、残留基板部 1 (ベース半導体層) の形成に、同様に使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図 1】 本発明の発光素子の一例を示す断面模式図。

【図 2】 図 1 の素子チップを拡大して示す断面模式図。

【図 3】 図 1 の発光素子の製造方法の一例を示す工程説明図。

【図 4】 図 4 に続く工程説明図。

【図 5】 凹状湾曲断面形態の切欠き部を形成する別工程の説明図。

【図 6】 図 1 の発光素子の変形例を示す断面模式図。

【図 7】 図 6 の発光素子の製造方法の一例を示す工程説明図。

【図 8】 残留基板部の製造工程の変形例を示す説明図。

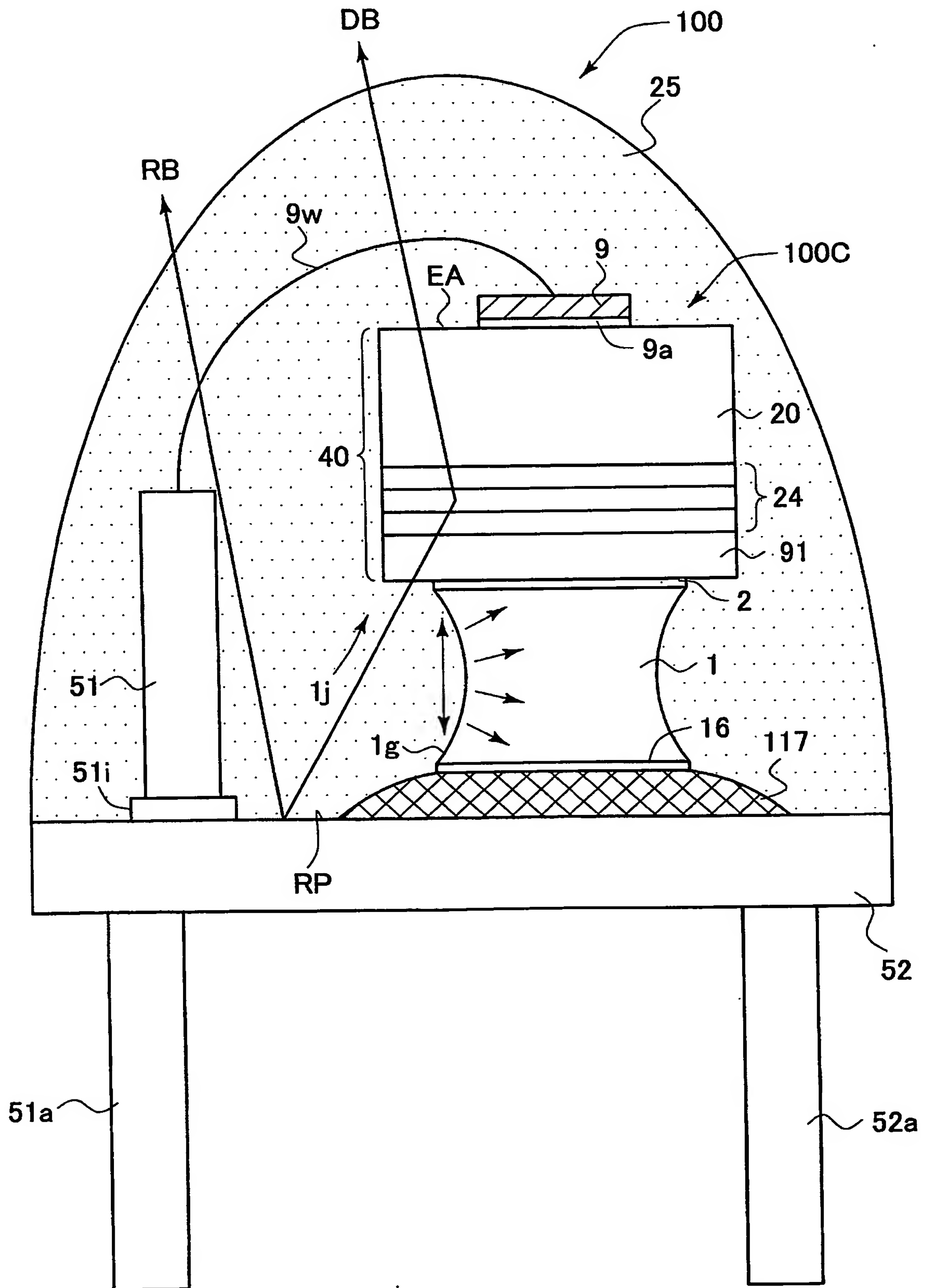
【図 9】 モールド部の膨張により素子チップに剥がれが生ずる様子を示す説明図。

【符号の説明】

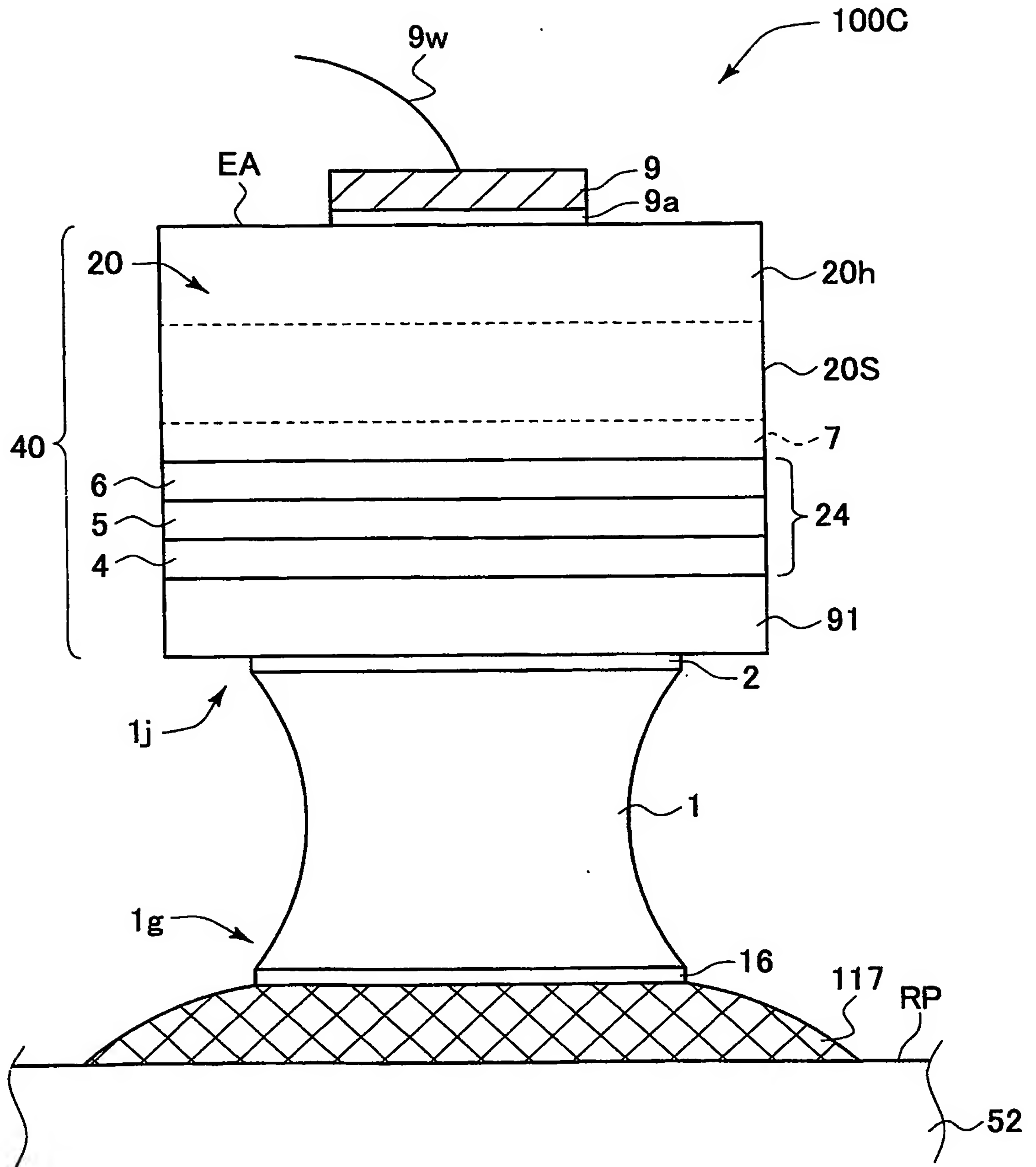
【0038】

- 100 発光素子
- 1 残留基板部 (ベース半導体層)
- 1j 切欠き部
- 1g 断面増加部
- 1f 突出部分
- 9 光取出側電極
- 117 金属ペースト層 (導電性接着層)
- 24 発光層部
- 25 モールド部
- 40 主化合物半導体層
- 52 金属ステージ

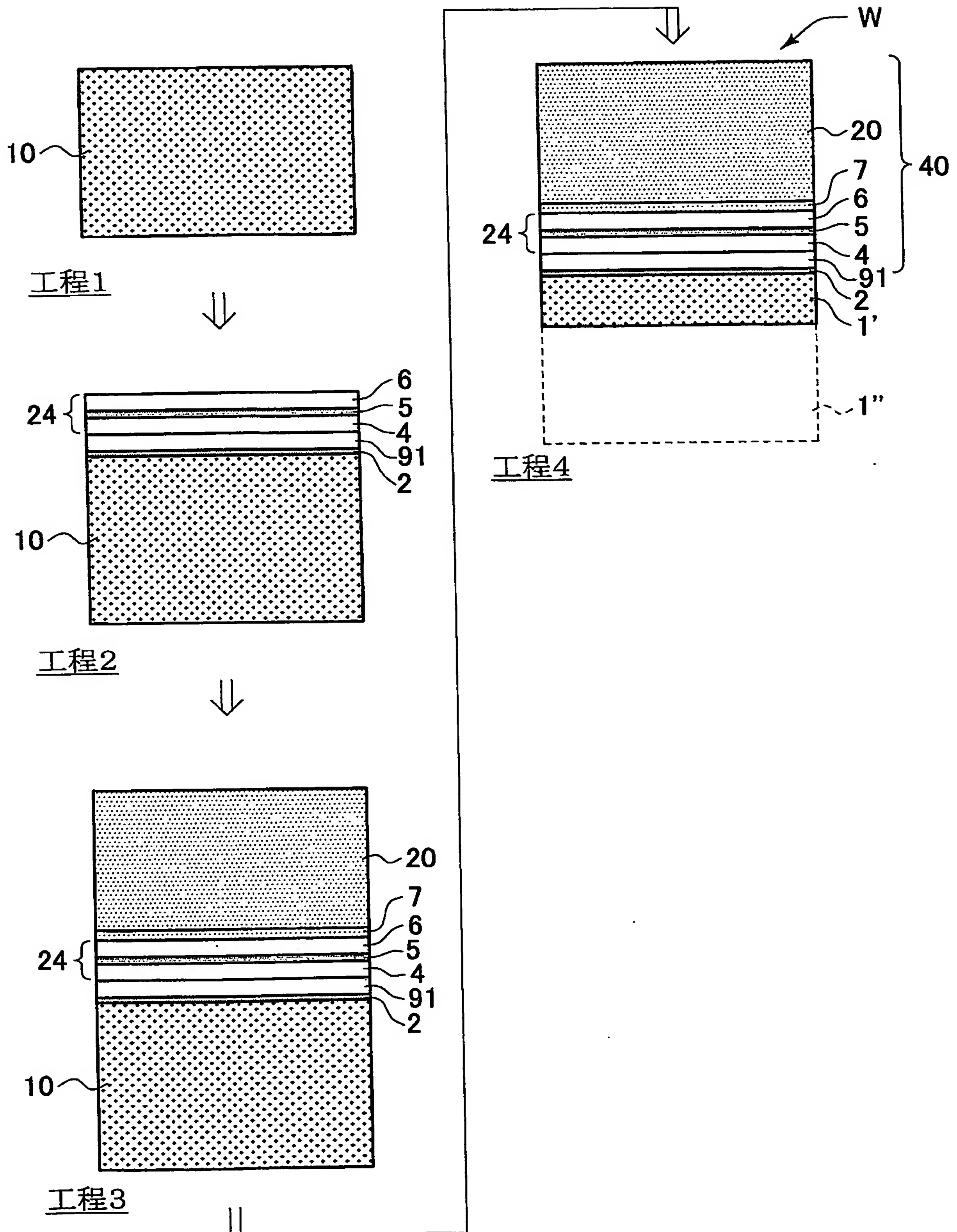
【書類名】 図面
【図 1】



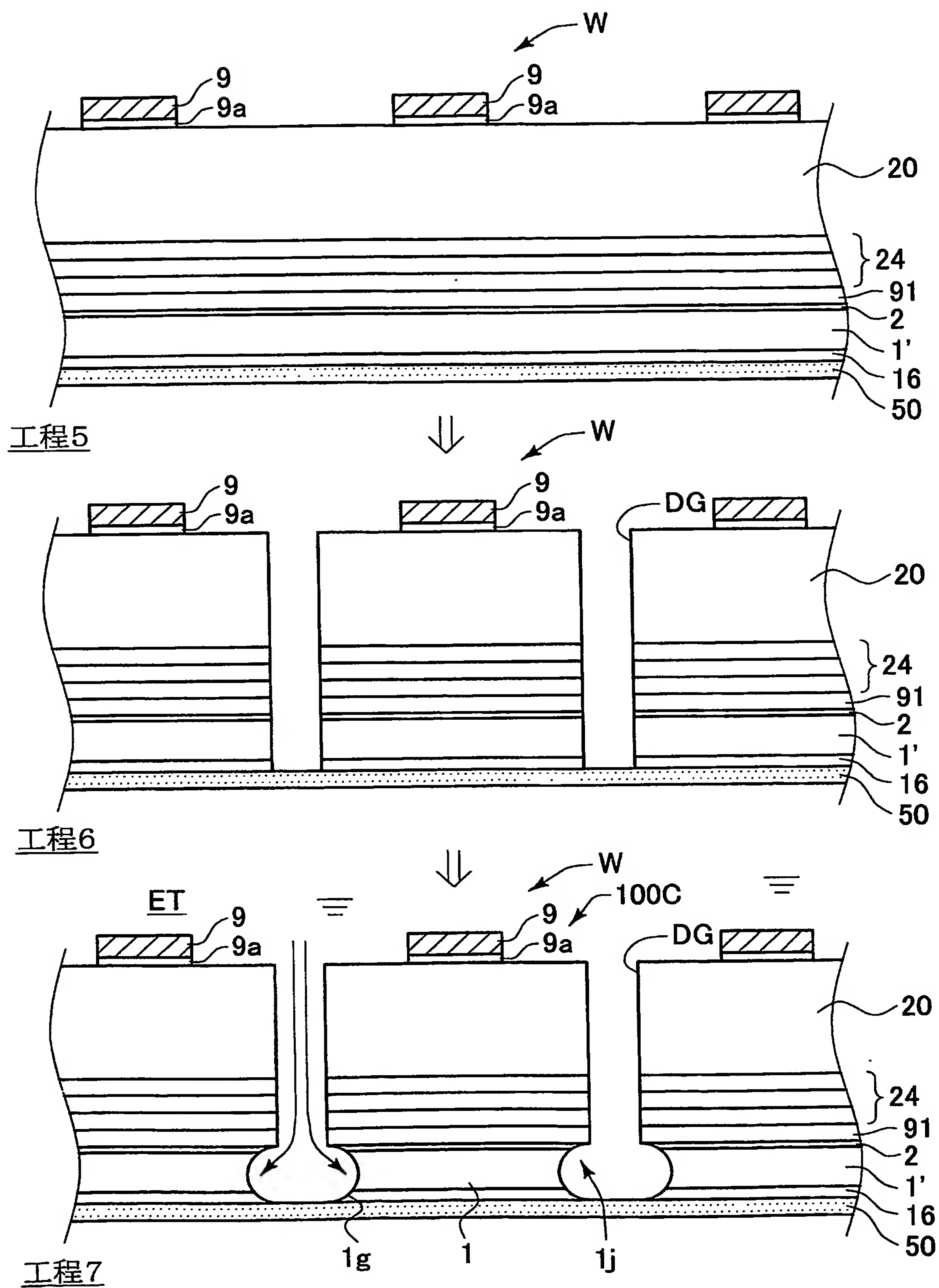
【図 2】



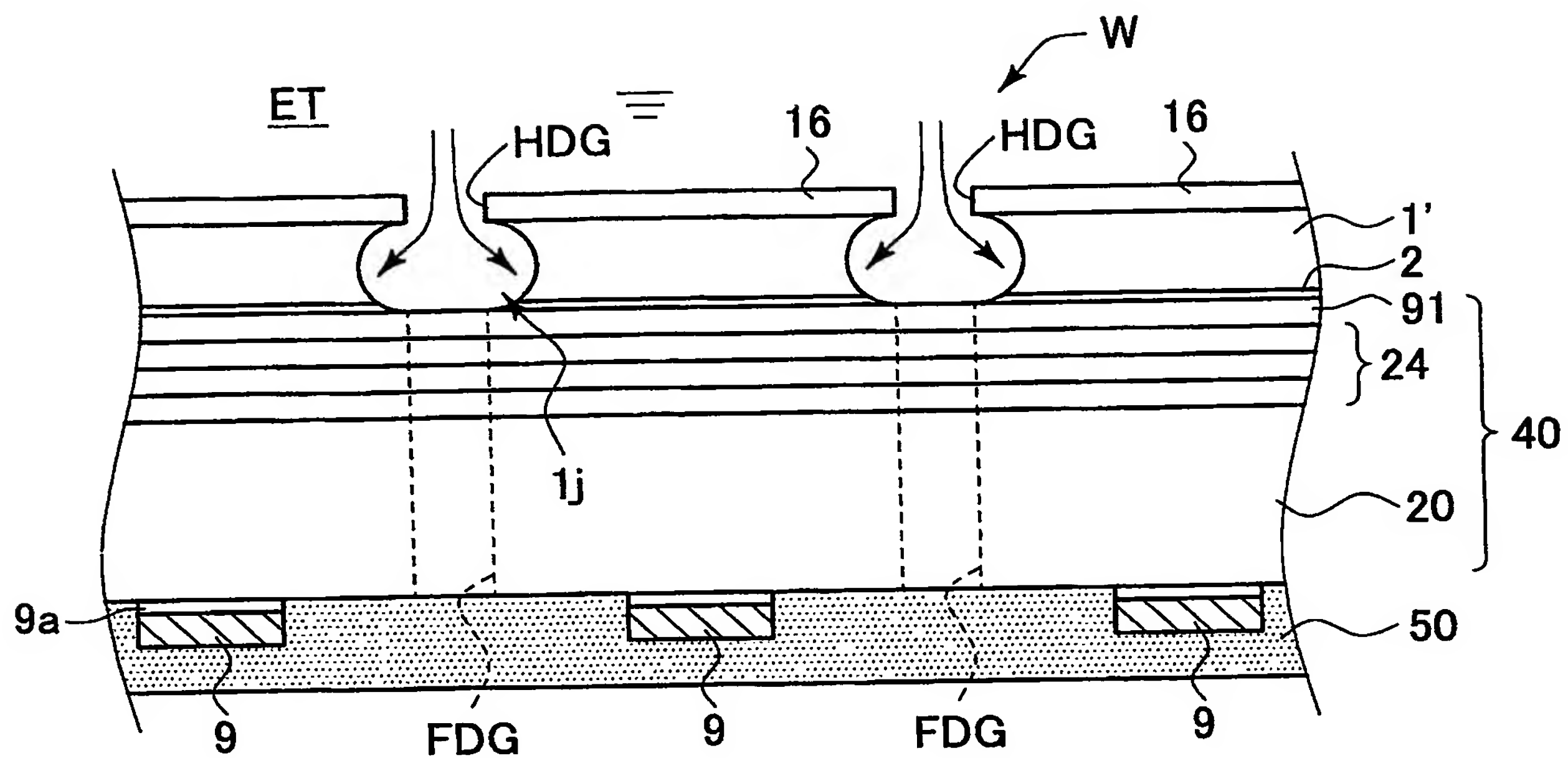
【図 3】



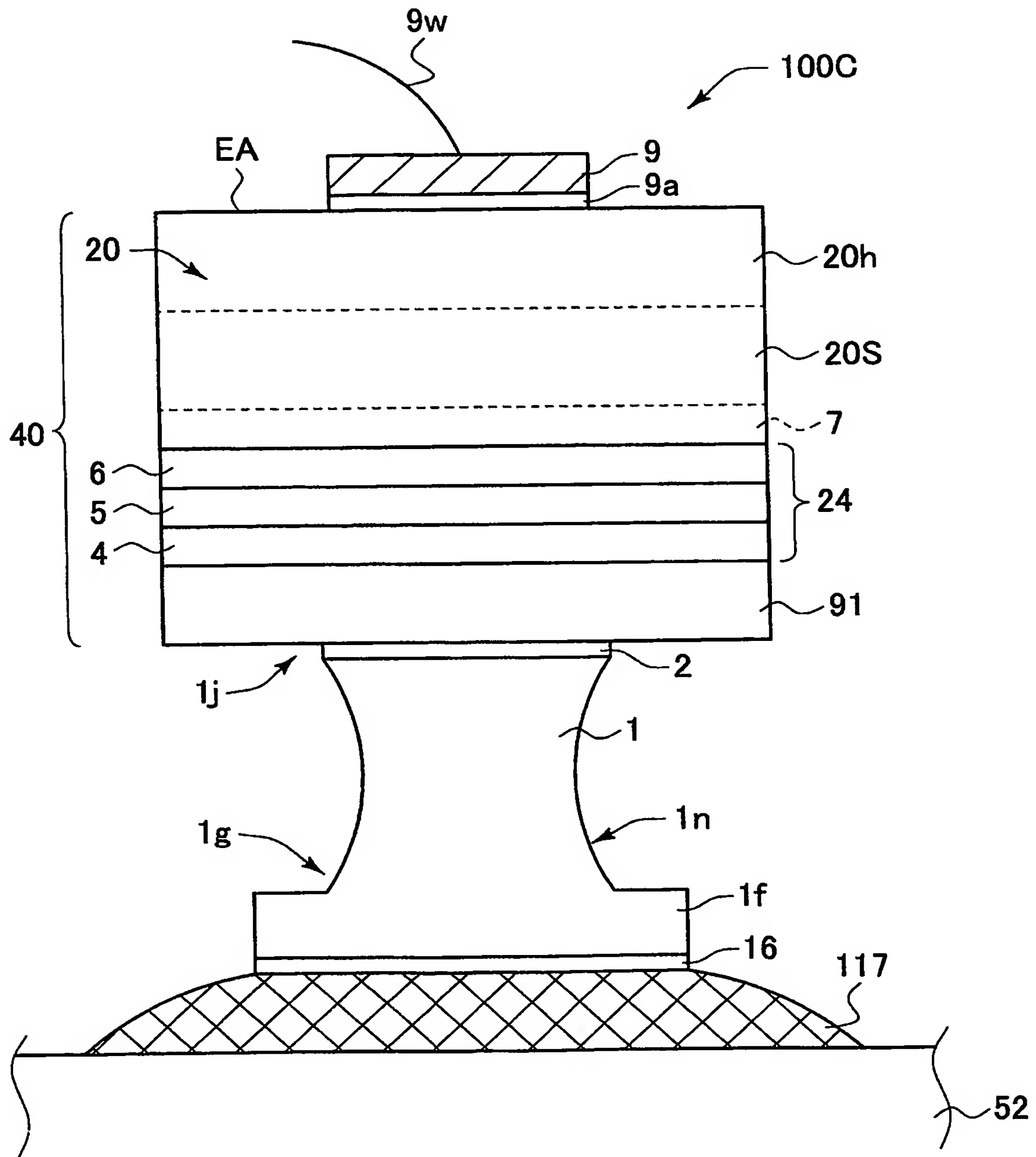
【図 4】



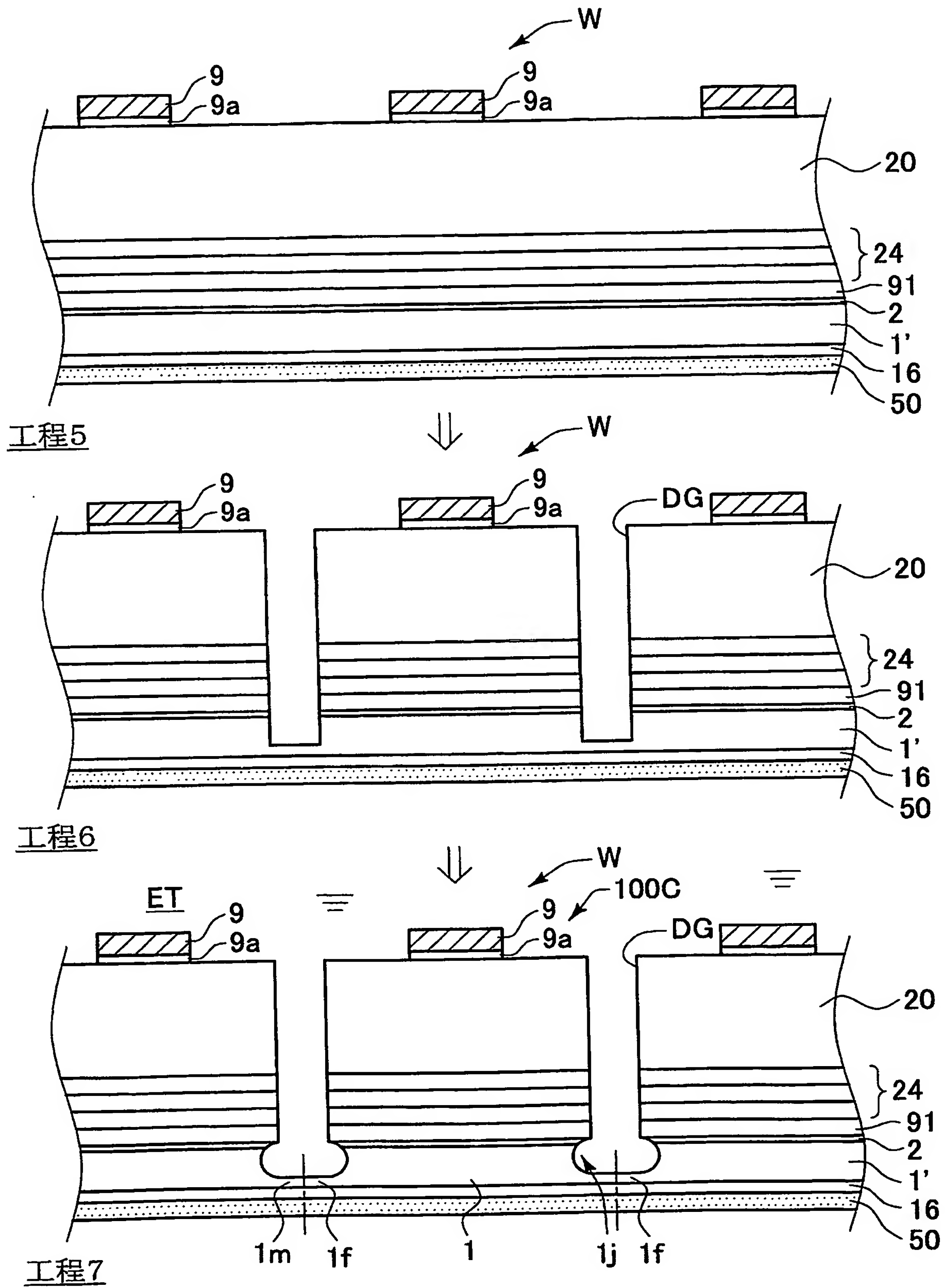
【図 5】



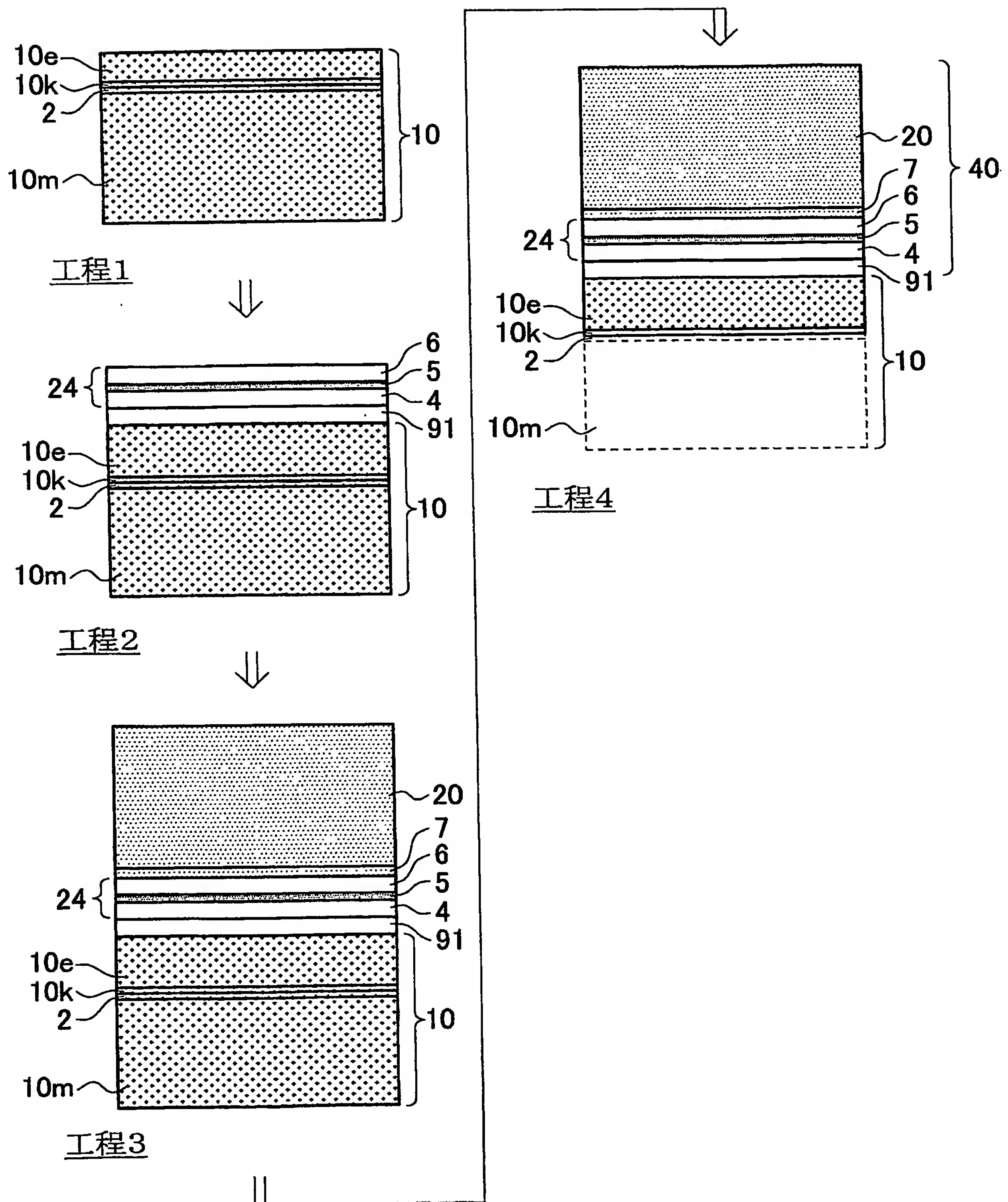
【図 6】



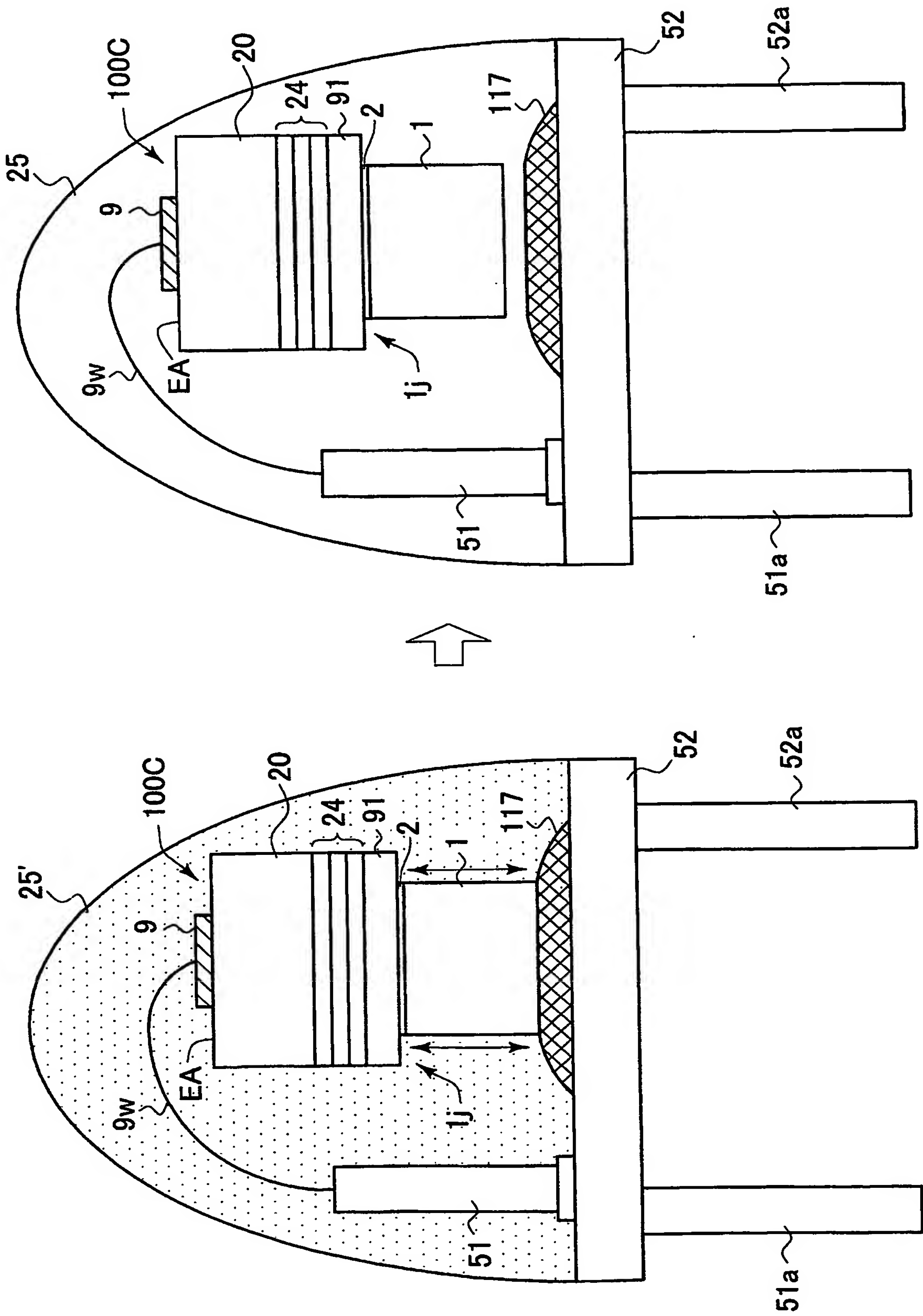
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 モールド樹脂が膨張しても金属ステージ上に接着した素子チップの剥がれを生じにくい構造を有した発光素子を提供する。

【解決手段】 発光素子 100 の素子チップ 100C において、切欠き部 1j が形成されたベース半導体層 1 の第二主表面を金属ステージ 52 上に導電性接着層 117 を介して接着し、その状態で素子チップ 100C を金属ステージ 52 上にて、切欠き部 1j が高分子モールド材料により充填されるようにモールド部 25 を形成する。ベース半導体層 1 は、その厚さ方向における少なくとも途中位置から金属ステージ 52 に接着される第二主表面側に向けて、該厚さ方向と直交する断面積が増加する断面増加部 1g が形成されてなる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 3 7 5 0 2 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 9 0 1 4 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 1 丁目 4 番 2 号

氏 名

信越半導体株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.